

Teknologian tutkimusprojekti

Puun kasvun mittaamiseen käytettävän mittalaitetelineen suunnittelu ja toteutus.



Nanna Huotari

Jussi Silvennoinen

Elina Lammassaari

Juho

Haatanen

Sisältö

Teknologian tutkimusprojekti	1
Tiivistelmä	3
1. Johdanto ja tutkimuksen esittely	4
2. Puun kasvu	4
3. Mitattavien puulajien ominaisuuksia	5
Kuusi ja koivu	5
4. Suunnitteluprosessi / puun kasvun mittaamiseen	5
5. Materiaalit.....	9
Alumiini	9
Turvavyö.....	10
Jouset	10
6. Mittalaitekehikon tekeminen.	10
Metalliosien työstö	10
7. Aihepiirisuunnitelma.....	16
TAVOITTEET.....	17
I AIHEPIIRIIN JOHDATTAMINEN	18
II TYÖSKENTELY:	19
Suunnittelu.....	19
Toteutus	20
Opetuskerta 1	20
Opetuskerta 2	20
Opetuskerrat 3 ja/tai 4.....	21
Opetuskerta 5	21
III Eriyttäminen:.....	21
Koonti.....	21
8. Pohdinta	22
Lähteet:	23

Tiivistelmä

Teknologisen tutkimusprojektin tarkoituksena oli toteuttaa puun kasvua mittaavan mittalaitteen teline. Vaatimuksena telineelle oli sen käytännöllisyys verrattaessa vanhaan mittalaitteeseen. Oleellinen asia telineessä oli sen kalibroitavuus, joka tehtäisiin n. kerran vuodessa, sekä mittaustuloksen tarkkuus. Projektini alussa saimme tietoa, jonka perusteella aloimme suunnitella mittatelinettä. Yksilöllisten pohdintojen ja yhteisten aivoriihien tuloksena suunnittelimme oman näkemyksemme mukaisen telineen. Lopputuotteenamme oli muista vaihtoehtoista täysin erilainen telinemalli, joka mittasi kasvua puun ympärysmittan muutoksista.

1. Johdanto ja tutkimuksen esittely

Tehtävänäimme oli tutkimusprojektina suunnitella ja valmistaa METLA:lle puiden paksuuskasvua mittaavan anturin kiinnitykseen teline. Aiemmin käytössä on ollut anturin alkuperäinen teline, joka on havaittu epäkäytännölliseksi. Tätä telinemallia siis lähdimme haastamaan kehittämällä parempaa ja toimivampaa tuotetta kyseiseen tarpeeseen.

Saimme projektikoordinaattori Petteri Vanniselta oleellista tietoa projektiamme varten. Seuraava viesti oli lähtökohtanamme projektin alussa;

Projektin pääkohde on 1976 istutettu provenienssikuusikko koe. Eli koe, jossa on kuusen alkuperiä Sodankylästä Tsekkoslovakiaan. Näitä mittaamalla oletamme saavamme uutta tietoa sopeutumisesta ilmastonmuutokseen. Ja myös sen opettamiseen: miten eteläisten alkuperien kasvut hyötyvät lämpimistä kesistä/miten kasvut alkavat. Puiden läpimittoja mitataan 1.3 m korkeudelta. Puiden läpimitat kokeessa vaihtelevat n 8 cm-17 cm. Aloitamme kyllä myös koivujen mittaukset puulajien vertailuun. Niiden koko on 15 cm. Mittauksista on tarkoitus tehdä monivuotinen seuranta.

Lisäksi Vanninen kävi projektin jo käyntiin päästyä vastailemassa meillä heränneisiin kysymyksiin.

Projektin alussa saamiemme tietojen avulla ryhdyimme suunnittelemaan omaa tuotettamme. Selvitimme ensin perustietoja puun kasvuun liittyen ja mitattavien puulajien erityisominaisuuksia.

2. Puun kasvu

Puut kasvavat pituus ja paksuussuunnassa. Kasvaessa puuhun syntyy uusia puusoluja, ja jo syntyneet solut suurenevat. Joka vuosi puu kasvattaa uuden vuosiluston puun kuoren alle. Paksuuskasvu tapahtuu jälsikerroksessa jossa solut jakautuvat. Jälsikerroksessa syntyy puuainesta rungon pinnalle nilakerrosta kuoren sisäpinnalle. Puuaines on puuta pystyssä pitävää materiaalia ja nilakerroksen tehtävä on toimia ravinnonkuljetuskanavana.

Talvella kasvua ei tapahdu. Kasvukauden pituuteen vaikuttaa ilmaston lämpötila. Etelä-Suomessa puiden paksuuskasvua tapahtuu 70- 90 päivää ja Pohjois- Suomessa 30- 50 päivää

vuodessa. Kasvukausi alkaa Suomessa toukokuussa ja päättyy elokuussa. Puun rungossa tapahtuu hyvin pientä edestakaista paksuusvaihtelua myös vuorokauden aikana. Tämä johtuu rungon sisäisen vesimäärään vaihteluista.

Puiden kasvukauden alkua säätelee usein routa. Sen syystä ne kärsivät keväällä usein kuivuutta, sillä routaisesta maasta ne eivät saa vettä jo haihduttamansa veden tilalle.

Puun kasvu kertoo sen terveydentilasta ja kasvuympäristöstä. Tämän vuoksi mittaamalla puiden kasvua, voidaan tulkita myös niiden terveydentilaa ja kasvuolosuhteita. Vuosivaihtelut puiden kasvussa ovat merkittävät. Sääolosuhteet vaikuttavat puun kasvuun huomattavassa määrin. Ilmastonmuutos vaikuttaa kasvuolosuhteisiin ja puiden mittaamisella voidaan saada konkreettista tietoa, myös ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista. Mittaamalla eri ilmastovyöhykkeillä kasvavia puita, voidaan ennustaa ja ennakoida ilmastonmuutoksen vaikutusta metsiimme tulevaisuuteen. Ilmastonmuutoksen vaikutukset metsiimme vaikuttavat myös metsätalouteemme.

3. Mitattavien puulajien ominaisuuksia

Kuusi ja koivu

Kuuset ovat ainavihantia havupuita. Niiden runkoa peittää kuori. Kuuset ovat pihkaisia puita, jotka vahingoittuessaan korjaavat haavakohdan pihkalla.

Etelä- Suomessa kuusi aloittaa kasvun toukokuun lopulla ja Pohjois- Suomessa hieman myöhemmin. Kuusen paksuuskasvu päättyy ennen elokuun puoltaväliä.

Koivu on lehtipuu, joka kasvukaudekseen kasvattaa lehdet, ja talveksi pudottaa ne pois. Koivun runkoa peittää kaarna. Kaarnan alla on kuorikerros kuten kuusella.

Koivun kasvukausi alkaa hieman myöhemmin kuin kuusen ja sen paksuuskasvukausi loppuu ensimmäisenä jo heinä-elokuun vaihteessa.

4. Suunnitteluprosessi / puun kasvun mittaamiseen

Suunnitteluprosessin alkuvaiheessa tutustuimme mittalaitteeseen, sekä mittauskohteista saatuaan informaation. Laitteen ja puiden mitat loivat omanlaisensa raamit telineen valmistukselle.

Näiden, sekä puun kasvusta hankkimamme tietojen pohjalta aloimme visioida mallia telineelle.

Aluksi pohdimme telinemallia, jossa kasvu mitattaisiin siten, että mittalaitteen kärki olisi kiinni puun pinnassa.

Potentiaalisin ideamme tällä tapaa oli niin sanottu kehikkomalli (kuva 1.). Siinä mittalaitteen kärki olisi ollut suoraan kiinni puun pinnassa, laite puolestaan kiinni neliön mallisessa kehikossa. Kehikosta olisivat lähteneet (kuva 1.) malliset jouset, jotka olisivat myötäilleet puun kasvua. Jousina aioimme käyttää kaasujousia. Jousten ja kiinteän kehikkoratkaisun ansiosta uskoimme, että mittalaite itsessään pysyisi paikoillaan ja sen kärjessä oleva anturi puolestaan mittaisi tehtävänsä mukaisesti puun kasvu.

Tämän mallin etuihin luimme nimenomaan sen, että mittaus tapahtuisi suoraan puun kuoresta. Syitä joiden vuoksi emme jalostaneet ajatusta pidemmälle olivat telineen rakenteen raskaus mitattavaan puuhun nähden, sekä rakenteen suurehkoiksi arvioidut kustannukset. Telineen asentaminen olisi voinut olla turhaan haastavaa, lisäksi saman laitteen käyttö olisi rajoittunut tietyn suuruisiin puihin. Esimerkiksi kohteitamme suurempien puiden mittausta varten olisi jouduttu valmistamaan mitoiltaan suurempi teline. Hintaa laitteelle olisi kertynyt etenkin kaasujousista.

Toinen, jatkojalostukseenkin päätynyt vaihtoehto oli teline, jossa mittalaite keräisi dataa puun ympärysmittan kasvusta. Lähtökohdat käännettiin siis monin tavoin erilaisiksi ensimmäiseen ajatukseen verrattuna. Sen lisäksi, että kasvu määriteltäisiin ympärysmittan pohjalta, laitteen anturi olisi mittauksen alkuvaiheessa pohjassa. Kun puu kasvaisi, anturi palautuisi ja tietoa kasvusta rekisteröityisi data-trackeriin.

Pantamallin pantaosan valmistusmateriaaliksi valikoitui pohdinnan jälkeen turvavyö. Tämä siksi, koska koimme sen vaativia olosuhteita pitkän aikaa kestäväksi ja ekologiseksi materiaalivaihtoehdoksi. Turvavyö soveltuu käyttötarkoitukseemme, koska se on joustamaton, sekä yhteen suuntaan luistamaton. Sillä saadaan siis tarkat mittaustulokset ja se pitää pystysuunnassa sijaintinsa puun pinnalla. Kestävän kehityksen periaatteiden

ansiosta laitteen kulutkin pysyvät edullisena. Turvavyön portaattoman säätömahdollisuuden ansiosta telineen asentaminen on mahdollista monen kokoihin puihin.

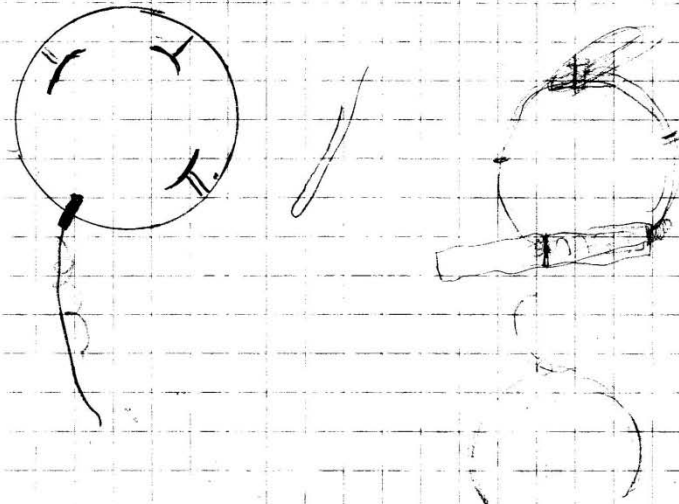
Telinettä asennettaessa puun kuorta joudutaan todennäköisesti tasoittamaan, jotta vyö saadaan asemoitua tasaisesti puun pintaa. Uskomme telineen mahdollistavan tarkan mittaustuloksen. Mittaustulosten tarkkuuteen voi kuitenkin vaikuttaa se, ettei mittaa välttämättä päästä ottamaan suoraan puun pinnasta. Ongelmaksi voi muodostus puun kuoren kosteusvaihteluista aiheutuva puun kuoren eläminen.

Jotta mittaaminen olisi mahdollista, suunnittelimme telineeseen kaksi vastakkain aseteltavaa metallikappaletta (kuva 2.). Toiseen levyyn kiinnitetään mittalaite, toiseen anturin kärki ottaa kiinni. Mittalaitteen kiinnitystä varten toiseen levyyn tehdään kierteet. Kappaleet on yhdistetty toisiinsa metallijousilla. Puun kasvaessa jouset venyvät ja anturin liikkuu hiljalleen kohti maksimittansa. Suunnittelimme, että mittalaitteelle on tarvittaessa mahdollista tehdä myös suojakotelo esimerkiksi metalliputkesta, mikäli anturi vaatii suojausta toimiakseen.

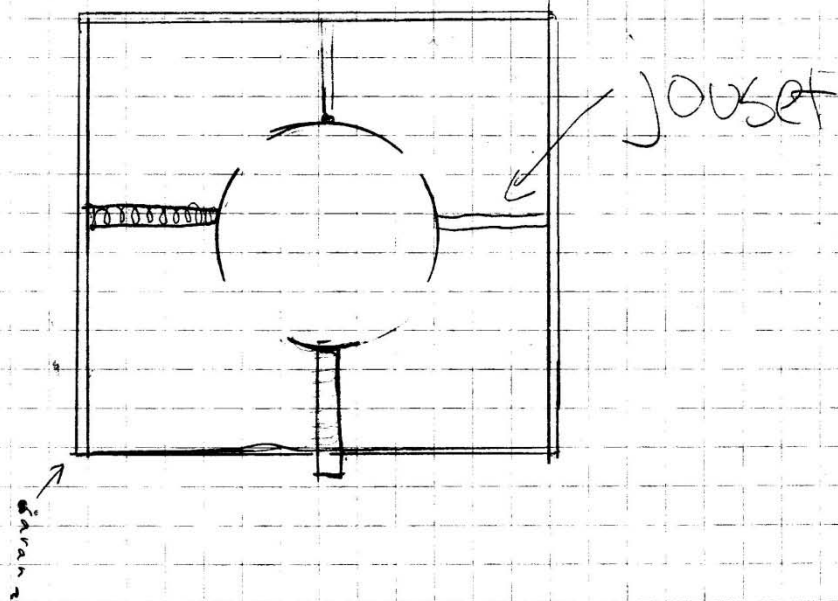
Anturin saavutettua maksimipituutensa, on laite kalibroitava uutta mittausjaksoa varten. Mittausjakson alussa anturin tulee olla pohjassa ja vyön niin kireällä, että teline pysyy puussa kiinni. Turvavyön pituutta on helppo lisätä tarvittavan määrän verran: avataan sen vyön lukitseva solki, annetaan löyttä ja kiristetään solki kiinni. Helppokäyttöisyyden lisäksi telinettä voidaan käyttää monien erikokoisten puiden mittaamiseen.

SUUNNITTELUA

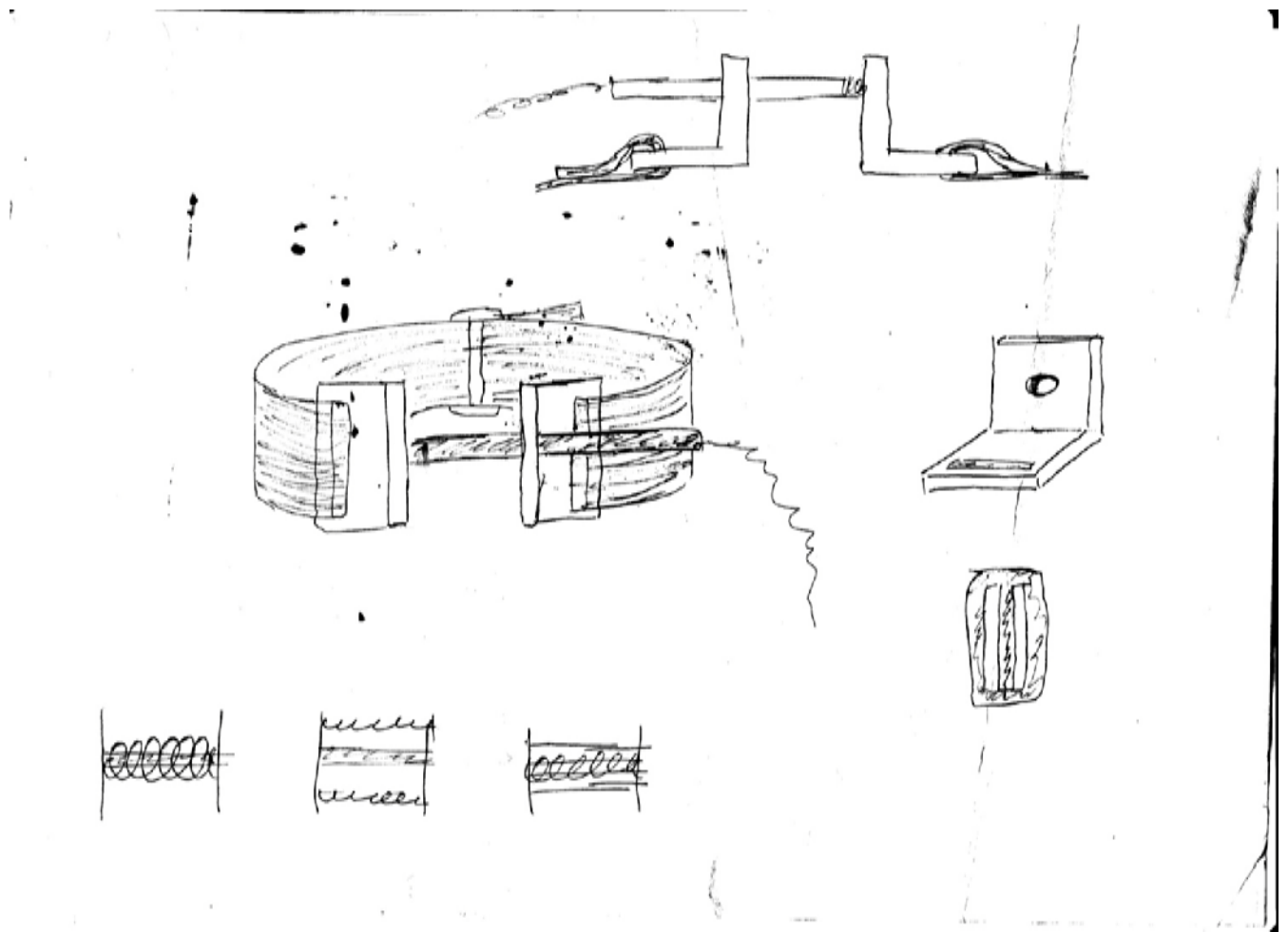
VAHTOEHTO 1.



VAHTOEHTO 2.



Kuva 1. Ensimmäisten kehikkomallien hahmottelua.



Kuva 2. Alustava suunnitelma pantamallisesta kehikosta. Kuvan oikeassa alalaidassa on erilaisia jousitus vaihtoehtoja.

5. Materiaalit

Alkuperäisessä suunnitelmassamme materiaaleinamme olivat rosteri sekä turvavyö.

Perusteina näille materiaaleille oli niiden molempien kestävyys, sekä saatavuus. Myös turvavyön ekologisuus oli hyvä peruste sen käytölle. Suunnitelmamme rosterin käytöstä mittauspintojen materiaalina muuttui, ja valitsimme alumiinin sen tilalle, sillä se oli kevyempää.

Alumiini

Alumiinin hyviä ominaisuuksia ovat sen lujuus suhteessa painoon. Sen korroosionkestävyys on hyvä sen tiiviin oksidikerroksen vuoksi, niin ilmastollisesti kuin myös vedessä se kestää

hyvin, kunhan pH on välillä 3-9. Alumiini on myös hyvin muokattavissa, joten sitä oli helppo työstää, ja näin toimisi hyvin tuotantomateriaalina.

http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_2_1.php#kuva1

Turvavyö

Turvavyön valitsimme materiaaliksemme sillä se on kestävä, puun pintaa mukailevaa mutta samalla jämää. Turvavyö on myös pituussuunnassa joustamaton materiaali, joten se on mittapantaamme sopiva materiaali. Turvavyön kude on langansuunnaltaan poikittainen, joten se jo itsessään estää pantaa valahtamasta alaspäin puun pinnalla.

Jouset

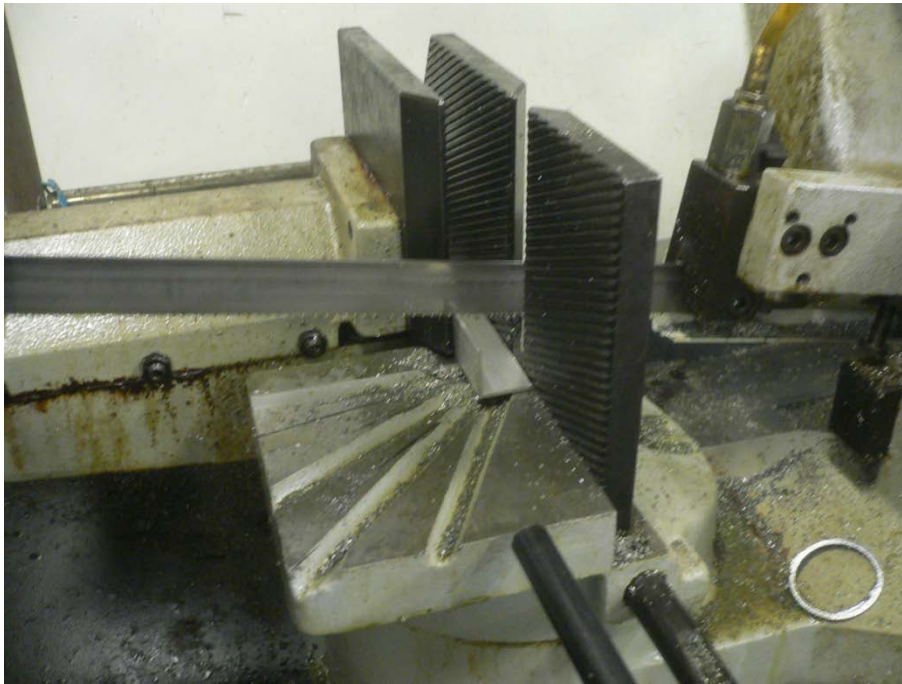
Jouset hankimme alan erikoisliikkeestä. Jouset ovat valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Jouset leikattiin kaikki yhtä pitkiksi ja muotoiltiin sellaisiksi, että ne pitivät pannan kasassa. Mittaustuloksen tarkkuuden kannalta jousien sopiva jäykkyys ja palautuvuus ovat tärkeitä ominaisuuksia. Liian löysä jousi aiheuttaa epätarkkuutta mittaustulokseen. Liian jäykkä jousi puolestaan voisi vastustaa puun luontaista kasvua ja aiheuttaa puun kasvuun häiriöitä.

6. Mittalaitekehikön tekeminen.

Alkuperäissuunnitelmista poiketen päädyimme valmistamaan mittalaitteen metalliset osat alumiinista. Alumiinin käyttöä keihässä tuki materiaalin keveys ja sään kestävyys. Metallikehikko ei joudu mittaustilanteessa suurien paineiden alle, joten taipumisvaara on minimaalinen.

Metalliosien työstö

Aloitimme metalliosien työstön sahaamalla alumiinisesta kulmaraudasta kaksi identtistä palaa. Sahaukseen käytimme metallivannesahaa(Kuva 3.). Sahauksen jälkeen viilasimme teräsviilalla sahan jättämät jäysteet pois.



Kuva 3. Metalliosien sahausta meneillään metallivannesahalla.

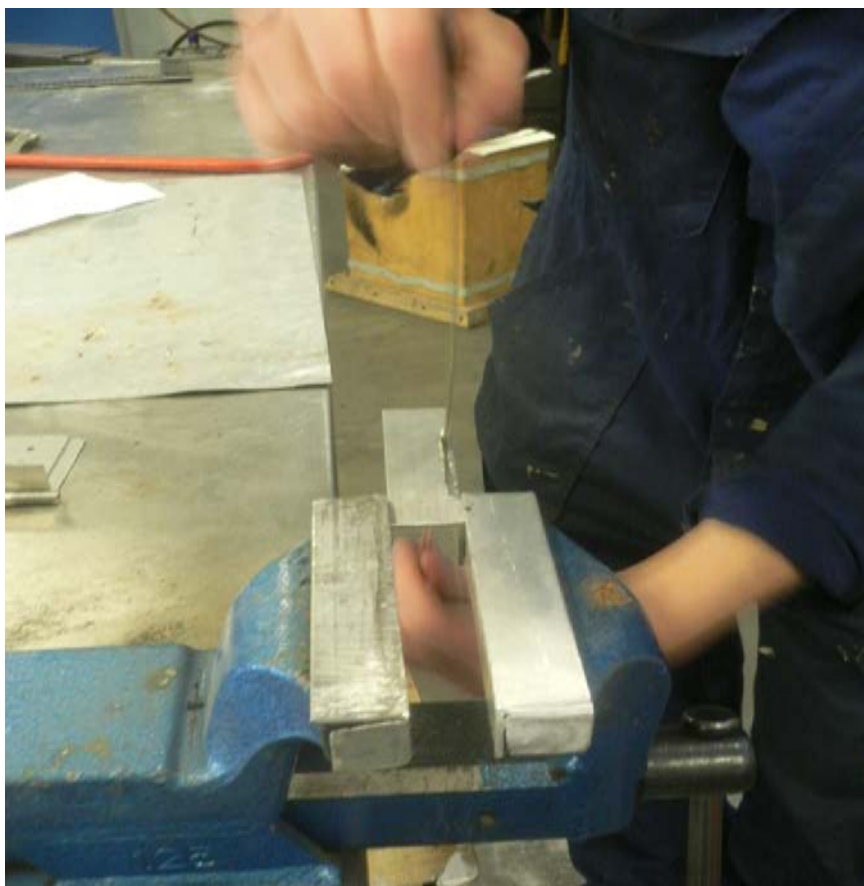


Kuva 4. Metalliosat määrämittaan sahattuna ja jäysteistä siistittynä.

Metalliosien muotoilu jatkui turvavyöurien tekemisellä. Karkeamman työstön teimme kulmahiomakoneella ja katkaisulaikalla. Uran siistimisessä käytimme metallisahan terää ja metalliviiloja.



Kuva 5. Turvavyöuran työstöä kulmahiomakoneella.



Kuva 6. Turvavyön uran viimeistelyä metallisahanterällä.



Kuva 7. Lopuksi turvavyöuraan jäänyt jäyste viilattiin pois.

Turvavyö urien jälkeen oli vuorossa reikien poraaminen vetojousia ja itse mittalaitetta varten. Vetojousia varten porasimme molempien metalliosien mittauspintoihin neljä reikää. Merkitsimme reikien paikat tarkasti metallipalojen nurkkiin siten, että vetojousien kiinnitys olisi mahdollisimman mutkatonta.

Mittalaitetta varten porasimme toiseen metalliosaan 6,5mm reiän täsmälleen levyn mittauspinnan keskelle. Reiän halkaisijan määräsi mittalaitteen kierteytyksen halkaisija. Reiän poraamisen jälkeen teimme poraamaamme reikään kierteytyksen mittalaitteen tukevaa kiinnitystä varten.



Kuva 8. Reikien poraus tehtiin pylväsporakoneella



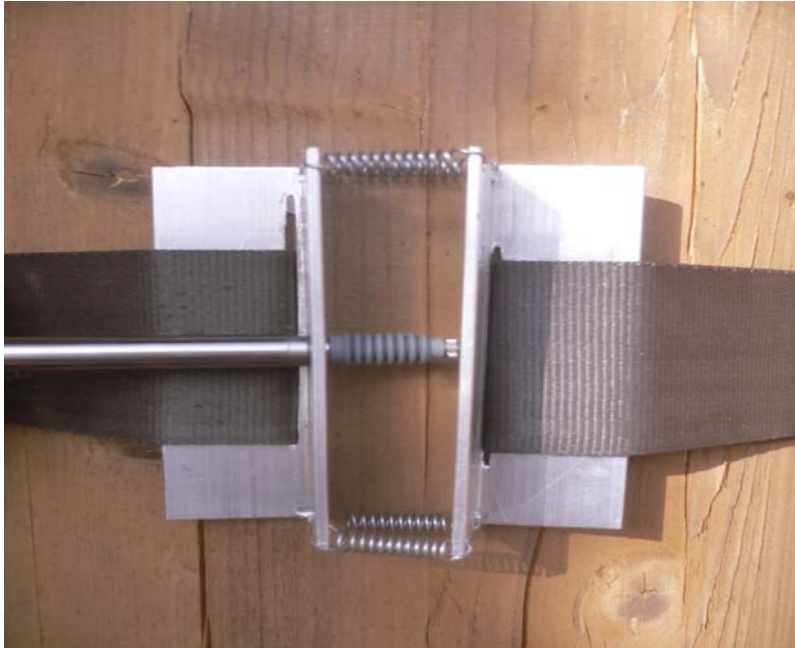
Kuva 9. Kierteytyksen teko meneillään.

Kierteiden teon jälkeen mittasimme jousien pituudet ja katkaisimme jouset määrämittaan kulmaleikkurilla. Määrämittaiset jouset pujotimme niille porattuihin reikiin ja mittalaitteen metalliosat olivat valmiit.

Työn testauksen teimme heti työn valmistuttua. Testien perusteella mittalaitteen teline toiminee ongelmitta. Jousia saattaa joutua hienosäätämään metalliosien” kippaamisen” estämiseksi. Tämä onnistuu helposti jousia venyttämällä ja on syytä toteuttaa maastossa mitattavan puun mittojen mukaan.



Kuva 10. Jousien pujottaminen niille tehtyihin reikiin oli tarkkaa puuhaa.



Kuva 11. Valmis mittalaitteen teline työssään.

7. Aihepiirisuunnitelma

Suunnittelimme aihepiiriopintojakson puun kasvun ja siihen vaikuttavien tekijöiden ympärille. Opintojakson aikana oppilaat suunnittelevat ja rakentavat mittaustuloksesta, jolla mitataan puiden kasvuun vaikuttavia ilmastotekijöiden vaihtelua (valon, kosteuden, lämpötilan ja sateen määrä). Työskentely on suunniteltu Lego Mindstorms NTX- sarjan ympärille.

Mittaustuloksesta on tarkoitus kerätä tietoa kasvuun vaikuttavista tekijöistä kahden seurantaopintojakson ajan. Yhden seurantaopintojakson pituudeksi on kaavailtu yhtä viikkoa. Seurantaopintojaksot sijoitetaan keväälle ja syksyille.

Saatuja tuloksia verrataan puun kasvusta saataviin mittaustuloksiin (meidän oma teknologian tutkimusprojekti). Tutkimuksessa saatuja mittaustuloksia tullaan integroimaan muihin oppiaineisiin, joiden aikana varsinainen aineistojen analysointi tapahtuu. Integroitavia oppiaineita ovat maantieto ja matematiikka.

Opintojakson aikaan oppilas pääsee mielekkäällä tavalla tutustumaan metsän tutkimustyöhön käytännön kautta. Projektin tavoitteena on saada käsitys puuston kasvusta ja siihen vaikuttavista fysiologisista tekijöistä.

TAVOITTEET

1. Oppilaan oppimistavoitteet

Teknologiakasvatus ja tekninen työ:

Oppilas oppii hyödyntämään teknologian tarjoamia mahdollisuuksia tutkimustyössä.

Oppilas oppii ongelmanratkaisutaitoja

Oppilas oppii soveltamaan lego mindstorms –sarjaa ja NTX -ohjelmistoa

Maantieto:

Oppilas ymmärtää ja tutustuu puuston kasvuun vaikuttaviin tekijöihin.

- Lämpötilan vaikutus kasvuun
- Kosteuden vaikutus kasvuun
- Sademäärään vaikutus kasvuun
- Valon määrän vaikutus kasvuun

Matematiikka ja tilastotiede

Oppilas oppii laatimaan taulukoita, sekä vertailemaan niitä ja tekemään talukoista havaintoja.

2. Luokan oppimistavoitteet

Ryhmätyötaidoissa kehittyminen.

- Ryhmien välinen tiedonsiirto.

3. Opettajan oppimistavoitteet

- Opintojakson suunnittelu oppilasryhmän taitotaso huomioiden.

- Järkevä integrointi muihin oppiaineisiin.

I AIHEPIIRIIN JOHDATTAMINEN

1. Virikkeet

Arkielämän ongelma-asettelu: Mitkä tekijät vaikuttavat puuston kasvuun? miten niitä voitaisiin tarkkailla?

Vierailu Luston tutkimuspuistossa. Tutustutaan metsää ammatikseen tutkivien ihmisten työhön, sekä käydään katsomassa mittauskohteena olevia puita ja niiden mittauksessa käytettäviä laitteita.

Huomioidaan oppilaiden oma tietämys aiheesta. Pyritään mahdollisuuksien mukaan hyödyntämään oppilaiden omaa tietämystä metsän kasvusta ja metsätaloudesta.

Integrointi muihin oppiaineisiin:

Matematiikka

- Taulukot
- Vertailu

Maantieto

- ilmasto ja puunkasvu

Kosteus ja lämpötila vs. Puunkasvu

- Vuodenaikaisvaihtelu
- Vuorokautisvaihtelut

2. Rajaus; opettajan pedagoginen ”työväline”

Aihepiirin laajuus ilmiön, laitteen, tuotteen suhteen:

Aihepiiristä tehty tarkoituksella laaja, jotta opettaja pystyy oman harkintansa mukaan muokkaamaan opintojakson laajuutta ja syvyyttä oppilaiden taitotason mukaisesti.

Tarvittavat materiaalit:

Lego Mindstorms paketit ja NTX-ohjelmisto

Tarvittavat anturit:

- kosteusanturii
- lämpötilaanturi
- valoanturi

Tietokone

- opeteltavat työstötekniikat: Legomindstorms NTX –ohjelmointi’

3. Aihepiirin "tutkimusongelmat"

- Oppilaan motivoituminen sopivantasoisella ongelma-asettelulla eli kognitiivinen ristiriita

- Esitetään selkeitä ongelmakokonaisuuksia kysymyslauseina:

Miten lämpötila vaikuttaa puun kasvuun?

Miten valonmäärä vaikuttaa puun kasvuun?

Miten sademäärä vaikuttaa puun kasvuun?

Miten ilmankosteus vaikuttaa puun kasvuun?

II TYÖSKENTELY:

Teknisen työn tunneilla suunnitellaan ja rakennetaan tiedonkeruuseen tarvittava laitteisto, sekä kerätään tutkimusaineistoa. Tutkimusaineistoa tarkastellaan ja tulkitaan aihepiirin integroituissa oppiaineissa. Työskentelyvaiheen kuvauksessa keskitytään kuvaamaan teknisen työn tuntien kulkua.

1. Materiaalit ja työvälineet

Lego Mindstorms-paketit

- kosteusanturii
- lämpötilaanturi
- valoanturi

Tietokone, NTX-ohjelmisto

Suunnittelu

- Opettajan suunnittelu: Aihepiirin osiin jakaminen (ks. kohta 3 tutkimusongelmat)

Aihepiiri on jaettu vastuualueisiin. Opettaja jakaa oppilaat ryhmiin, joissa suunnitellaan tutkimusongelman ratkaisuun tarvittava laitteisto.

Hahmottelu:

- mitattavat ominaisuudet

- mitä antureita lego mindstorm – paketista tarvitaan
- sovitaan yhteisesti mittausajankohdat ja paikat (päälinja: yksi jakso syksyllä, yksi keväällä).

Toteutus

Mikäli Lego Mindstorms -ohjelmisto ei ole oppilaille entuudestaan tuttu, varataan jakson alusta riittävästi opetuskertoja ohjelmistoon tutustumiseen. Opintojakson sujuvuuden kannalta on tärkeää, että oppilailla on riittävä taitotaso kyseisen ohjelman käytöstä. Näin varmistutaan siitä, että oppilaiden huomio saadaan kiinnitettyä itse ongelmanratkaisuun, ohjelman opettelemisen sijaan.

Opetuskerta 1

Ensimmäisen opetuskerralla tutustutaan tulevaan jaksoon ja käydään tutustumiskäynnillä metsätietokeskus Lustossa. Vierailun tarkoituksena on päästä tutustumaan metsän tutkimuksen ammattilaisen työhön ja motivoida oppilaita tulevaa opintojaksoa varten.

Tutustumiskäynnin ohessa oppilaille annetaan tutkimusongelmat mitä seuraavilla kerroilla ruvetaan yhdessä ratkaisemaan.

Apukysymyksiä vierailua varten:

Mitkä tekijät vaikuttavat puiden kasvuun?

Miten puiden kasvua mitataan?

Opetuskerta 2

Opetuskerta on varattu tutkimusongelman esittelylle, oppilaiden ryhmiin jaolle ja suunnittelun aloittamiselle.

Ryhmien vastualueet:

- Ilman lämpötilan mittaaminen
- Ilman kosteuden mittaaminen
- Sademäärän mittaaminen
- Valon määrän mittaaminen

Tutkimusongelma

- Rakentakaa ryhmässä laite (Lego Mindstorms laitteistoa hyväksi käyttäen), jolla oman vastuualueenne mittaaminen on mahdollista.
- Kirjataan ylös omat olettamukset siitä, miten oma vastuualue vaikuttaa puun kasvuun.

Opetuskerrat 3 ja/tai 4

Opetuskertojen aikana oppilasryhmät toteuttavat suunnittelemansa laitteiston NTX-ohjelmiston avulla. opetuskertojen aikana laitteita testataan ja parannellaan tarpeen mukaan.

Opetuskerta 5

Jakson koonti (ks. Koonti-osio). Koonnissa keskitytään teknisen työn tunneilla tapahtuneeseen aihepiirityöskentelyyn.

Mittausjakso voidaan toteuttaa teknisen työn tuntien yhteydessä tai muiden tuntien aikana.

- Laitteet viedään ennalta sovituille paikoille mittausjakson ajaksi (esim. 1 viikko). Jakson päätyttyä haetaan laitteet pois ja tallennetaan saatu informaatio jatkotarkastelua varten (integrointi muihin oppiaineisiin).

4. Työturvallisuus

-Työskentelymuotona turvallinen.

III Eriyttäminen:

- Ryhmä voi integroida omaan laitteeseen lisää ominaisuuksia, lisätä esimerkiksi muita mainittuja vastuualueita mittaavia toimintoja.
- Ryhmä voi keksiä uusia mittauskohteita/tapoja.
- Opettaja antaa tukea tarpeen vaatiessa.

Koonti

Kokemukset

Esitellään koko luokalle:

- oma tutkimusongelma
- kuinka tutkiusongelma ratkaistiin
- mitä ongelmia ratkaistaessa tuli vastaan
- millaisia tuloksia saatiin
- kuinka tulokset vastasivat ennakkokäsityksiä?
- miten voisit hyödyntää saatuja tuloksia?

Opettaja:

- kertoo mihin tuloksia tullaan käyttämään (ellei ole vielä kerrottu..)

8. Pohdinta

Tutkimusprojektin lähtökohdat olivat vähintään haasteelliset. Alkuasetelmana oli vain tieto mittalaitteen ja mitattavien puiden ominaisuuksista. Emme saaneet käyttöömmme tällä hetkellä käytössä olevaa telineä. Nykyisen mittalaitteen näkeminen olisi varmasti vähentänyt osalta alkuajan hämmennystä, jota oli selvästi nähtävissä. Vaikka nykyisen mittatelineen pois jättäminen lisäsin ryhmien epätietoisuutta alussa, oli tämä ratkaisu mielestämme oikea. Asettelu pakotti ryhmät luoviin ratkaisuihin, eikä houkutusta valmiin työn kopioinnista ollut.

Ryhmätyö oli mielestämme hedelmällinen tapa toimia annetun viitekehyksen sisällä. Yhteinen tavoite ja ryhmän positiivinen paine yksilöä kohtaan lisäsi ryhmäläisten henkilökohtaista panostusta prosessiin.

Ryhmämme koostui joukosta erilaisia persoonia, joilla kaikilla on selvästi omat vahvuusalueensa. Kaksi ryhmästämmme on suorittanut biologian opintoja, joiden pohjalta mitattavien puiden ominaisuuksista löytyi asiantuntijuutta. Työmme onnistuminen vaati teknisen työn osa-alueiden lisäksi tekstiilin käsittelyn osaamista, jolloin tekstiilityötä

pääaineenaan opiskelevat ryhmän jäsenet pääsivät käyttämään erikoisosaamistaan. Myös työnsä puolesta tietoa etsivä ryhmäläinen pääsi näyttämään kyntensä suunnitteluvaiheessa, kun etsimme tietoa puun mittaamisesta meillä ja muualla maailmassa.

Materiaalien valinnassa jouduimme tekemään muutamia kompromisseja. Sopivan soljen löytäminen Savonlinnasta tuotti vaikeuksia ja metalliosien materiaalin vaihdoimme viime tingassa. Lopputulokseen olemme silti erittäin tyytyväisiä.

Puun kasvun mittaamisen kannalta tulevaisuus näyttää miten tekemämme kehikko ajaa asiansa. Tutkijoille jää tehtäväksi muuttaa mittaustuloksemme heidän käyttämille ohjelmille sopivaksi. Aiemmin puun kasvua on mitattu puun pinnasta, jolloin muuttuva suure on ollut puun halkaisija. Meidän suunnittelema kehikko on tarkoitettu puun ympärysmitan mittaamiseen. Saatava tulos on jaettava piillä(π), jolloin tulos saadaan muutettua puun halkaisijan muutokseksi.

Miten puun kuoren turpoamisen aiheuttama mittausharha pystytään eliminoimaan? Voidaanko kuori poistaa vyön alta kokonaan, vai pihkaako kuusi turvavyön käyttökelvottomaksi? Onnistuuko kalibrointi niin vaivattomasti, kuin olemme suunnitelleet? Kestääkö kehikko Suomen vaihtelevat sääolot? Kysymyksiä, joihin vastauksen saa vain ajan kanssa kokeilemalla, on paljon.

Lähteet:

<http://www.metla.fi/metinfo/>

<http://www.metla.fi/metinfo/kasvu/paivittainen/>

[http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/Images/A5C3D4C5A5CB24F5C2257173002CD6CA/\\$file/Puulajit_FI_bw.pdf](http://www.smy.fi/smy/Materiaalitdeve.nsf/Images/A5C3D4C5A5CB24F5C2257173002CD6CA/$file/Puulajit_FI_bw.pdf)

http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_2_1.php#kuva1